

GEOSIGMA

Grp 20258

Dagvattenutredning *Granängsringen, Kvarter E, Tyresö*



Vy från Granängstorgat




Geosigma AB

2020-12-16

GEOSIGMA

SYSTEM FÖR KVALITETSLEDNING

Uppdragsledare: Johan Lundh	Uppdragsnr: 606141	Grav nr: 20258	Version: 3.0	Antal Sidor: 28	Antal Bilagor: 0	
Beställare: Tengbom/Tybo AB	Beställares referens: Lisa Westin/ Charlotte Ohm		Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning, Granängsängsringen, Kvarter E, Tyresö						
Författad av: Albin Nordström, Johan Lundh				Datum: 2020-08-18 2020-12-16		
Granskad av: Johan Lundh				Datum: 2020-08-18		
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

1	Inledning.....	4
1.1	Riktlinjer för dagvattenhantering.....	4
2.	Material och metod	5
2.1	Beräkningar	5
2.1.1	Markanvändning.....	5
2.1.2	Dagvattenflöde	5
2.1.3	Dimensionerande utjämningsvolym.....	6
2.1.4	Skyfallskartering	6
2.1.5	Ämneshalter och ämnesbelastning	6
3.	Områdesbeskrivning	7
3.1	Befintlig och planerad markanvändning	8
3.2	Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten	11
3.2.2	Ytvattenrecipient: miljö kvalitetsnormer	13
4.	Flödesberäkningar och dimensionerande utjämningsvolym	14
4.1	Dagvattenflöden.....	14
4.2	Erforderlig utjämningsvolym	15
4.3	Skyfallshantering	15
4.3.1	Sekundära avrinningsvägar.....	15
5.	Föroreningsberäkning	17
5.1	Befintlig och planerad markanvändning	17
5.1.3	Reningsbehov	19
5.2	Reningseffekt.....	20
6.	Förslag till dagvattenhantering	22
6.1	Växtbäddar	24
6.2	Gröna tak.....	26
7.	Sammanfattning och slutsats	27
8.	Referenser	28

1 Inledning

Enligt detaljplan för "Granängstorget" (Granängstorget och intilliggande område vid korsningen Granängsringen/Granängsvägen; Tyresö kommun, Stockholms län) planeras en förtätning av nuvarande bebyggelse med cirka 487 nya bostäder, lokaler för centrumändamål, samt en ny livsmedelsbutik (Tyresö kommun, 2017).

Detaljplanen för Granängstorget är fördelad till fem kvarter (A-E). Bebyggelsen på planområdet "Granängstorget, Kvarter E" utgörs idag av parkering (garagebyggnad i två plan), blandat grönområde, gårdsyta, samt vägar till/från parkeringen. Projekterad exploatering av planområdet syftar till att skapa minilägenheter för små hushåll i området och innebär en påbyggnad av den befintliga garagebyggnaden med lägenhetsmoduler där yttertaken utförs som plana och beläggs av sedum (grönt tak). Materialval utgörs enligt planförslag av träytor, betong och med mindre inslag varmförzinkad stålplåt. Ovanpå den befintliga garagebyggnaden planeras även en gemensam terrass som beläggs med stenmjöl och trädäck. På befintlig gårdsyta så föreslås skapelse av en blågrön miljö där dagvatten och vegetation är en integrerad del av kvarteret; dagvattenhanteringen inom planområdet föreslås utgöras av, utöver de sedumbeklädda yttertaken, bortledning av dagvatten i öppna rännor.

Geosigma AB utreder på uppdrag av Tengbom recipientpåverkan för dagvatten från den planerade exploateringen av planområdet Granängstorget Kvarter E, med syfte att förlika dagvattenhanteringen inom det aktuella planområdet med gällande riktlinjer.

1.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Enligt Tyresö kommuns riktlinjer för dagvattenhantering (Tyresö kommun, A) är kommunens ambition att föroreningar i utgående dagvatten från ett givet planområde ej ska överskrida halten föroreningar som tillkommer från nederbörd över området. Vidare så förespråkas lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) för att bevara den naturliga vattenbalansen, vilket innebär att regn- och smältvatten tas upp lokalt av växter inom planområdet innan det leds vidare mot given recipient (sjö, hav, eller vattendrag), alternativt infiltreras ned till grundvattnet inom planområdet.

Beroende på (1) recipientens *känslighet* för belastning av organiska ämnen, tungmetaller, och närsalter, samt förändringar i vattnets omsättning, och (2) markytans lämplighet för infiltration, så förespråkas det i kommunens riktlinjer för dagvattenhantering olika system för dagvattenhantering (se Tabell 3, sid. 9; Tyresö kommun, A). Generellt så gäller att infiltration i underliggande mark ska prioriteras om markförhållanden är lämpliga, och beroende på recipientens känslighet och dagvattnets föroreningshalt så ska rening av dagvattnet tillämpas innan avledning mot recipient. Om markförhållanden inte lämpar sig för infiltration så ska dagvattnet avledas mot dike alternativt befintlig dagvattenledning; innehåller dagvattnet förhållandevis höga föroreningshalter så ska dagvattnet även renas innan avledning (Tyresö kommun, A).

Slutligen så förespråkas ett materialval där fria metallytor och naturfrämmande metaller (t.ex. koppar, Cu; zink, Zn) minimeras, samt så ska genomsläppliga ytor såsom gröna tak och permeabel asfalt prioriteras (Tyresö kommun, A).

2. Material och metod

2.1 Beräkningar

2.1.1 Markanvändning

Befintlig respektive planerad markanvändning inom givet planområde har utvärderats utifrån satellitbilder över området respektive erhållet underlag som beskriver framtida exploatering av planområdet. Kategorisering av markanvändningen inom planområdet enligt befintlig och planerad exploatering av planområdet har gjorts utifrån de markanvändningskategorier som hanteras i programvaran StormTac med syfte att underlätta inför vidare beräkning av ämnesbelastning från området. Area för respektive markanvändning enligt befintlig samt planerad exploatering av planområdet har beräknats i programvaran QGIS (2020).

2.1.2 Dagvattenflöde

Flödesberäkningar för givet planområde har i denna utredning genomförts med den rationella metoden (ekvation 2-1) där...

$$Q = \sum_{i=1}^k i(t_r) \cdot A_i \cdot \varphi_i \cdot f \quad (2-1)$$

... Q är dagvattenflödet, i är nederbördsintensiteten (vilken beräknas som en funktion av varaktigheten för ett givet nederbördsevent, t_r ; Dahlström, 2010), A_i är arean för en given markanvändning inom planområdet, φ_i är en markanvändningsspecifik avrinningskoefficient och f är en ansatt klimatfaktor.¹

Dagvattenflöden har beräknats enligt befintlig markanvändning, samt för planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning, för ett nederbördsevent med en återkomsttid om 20 respektive 100 år. Antagna värden för ovanstående parametrar redovisas i Tabell 2-1.

Tabell 2-1. Parametrar som används för att beräkna dagvattenflöden enligt den rationella metoden

Parameter	Enhet	Värde/kommentar
Area (A_i)	ha	Se Tabell 3-1
Avrinningskoefficient (φ_i)	-	Se Tabell 3-1
Klimatfaktor (f)	-	1,25
Varaktighet (t_r)	min	10 (utan fördröjning) ^a
Nederbördsintensitet (i)	$L s^{-1} ha^{-1}$	(enligt Dahlström, 2010; $t_r = 10$ min)
– 20-årsregn		227,9
– 100-årsregn		488,7

^a För beräkning av dagvattenflöde enligt planerad markanvändning med fördröjning så ökas rinntiden inom planområdet motsvarande den tid det tar att fylla erforderlig dimensionerande utjämningsvolym för ett 20-års respektive 100-års regn.

¹ Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en rumsligt oberoende klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme.

2.1.3 Dimensionerande utjämningsvolym

Dimensionerande utjämningsvolym har beräknats enligt ekvation 9.1 i bilaga 10.6a till Svenskt Vatten P110 (ekvation 2-2; justerad i rättelsedokument från Svenskt Vatten), där erforderlig dimensionerande volym för ett givet planområde beräknas utifrån förutsättningen att befintligt dagvattenflöde ej får överskridas vid ny exploatering av ett tidigare område.

$$V = 0,06 \cdot \left[i(t_{regn}) \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} - K \cdot t_{regn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_{regn})} \right] \quad (2-2)$$

I ekvation (2-2) så är V den dimensionerande specifika utjämningsvolymen (m^3/ha_{red}), t_{rinn} är områdets rinntid, t_{regn} är regnvaraktigheten, och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($L/s \cdot ha_{red}$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras K med en faktor 2/3. Om utflödet styrs av en reglerventil kan denna faktor sättas till 0,95 istället vilket innebär att den erforderliga magasinvolymen minskar. Vidare så beräknas V som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym dagvatten som behöver fördröjas.

Den dimensionerande utjämningsvolymen har i föreliggande utredning beräknats för den planerade markanvändningen för ett 20-års regn antaget en rinntid om 10 minuter och en klimatfaktor om 1,25.

2.1.4 Skyfallskartering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där kapaciteten på planområdets dagvattensystem inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att området höjdsätts och utformas så att en eventuell vattenansamling inte skadar byggnader eller anläggningar. Instängda områden och lokala lågpunkter varifrån dagvatten inte kan avrinna bör på grund av ovanstående undvikas.

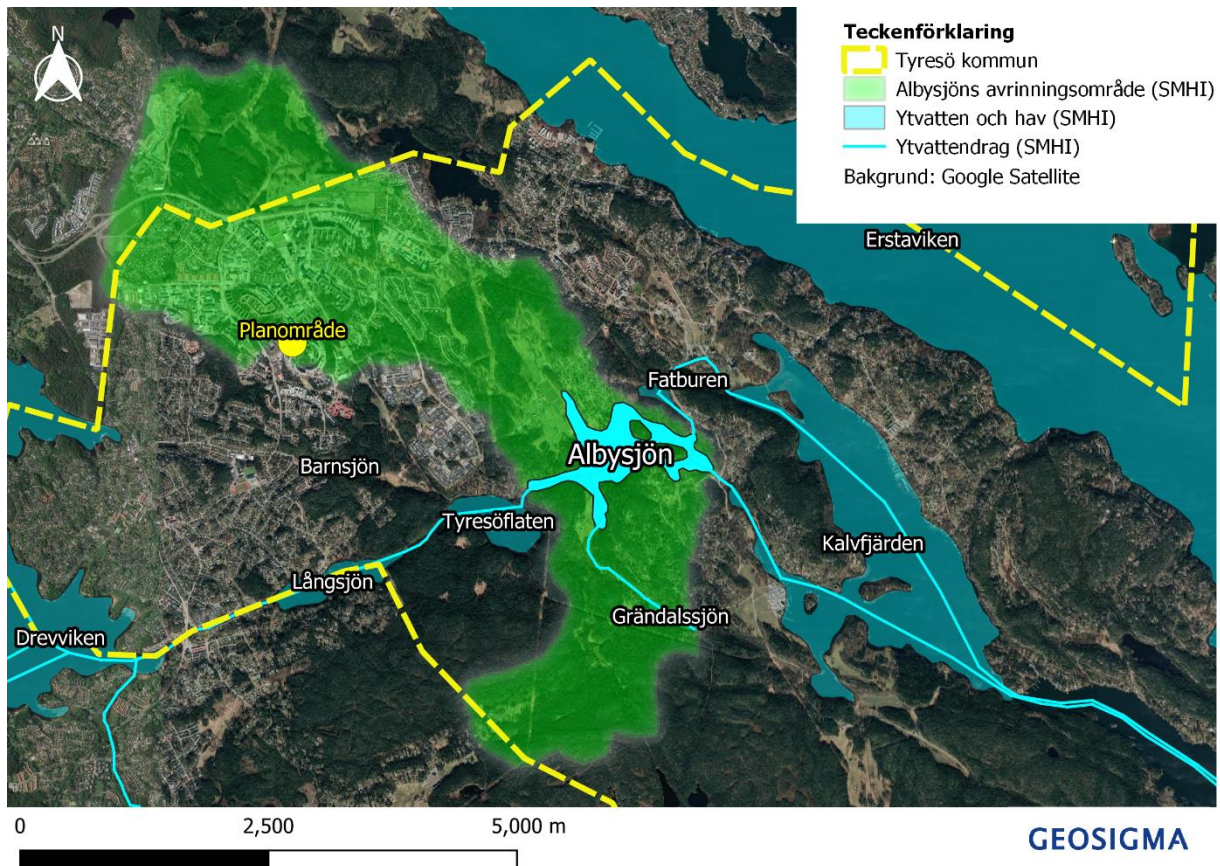
För att identifiera lokala lågpunkter inom planområdet där markytan riskerar att översvämmas vid händelse av ett eventuellt skyfall, och närliggande byggnader riskerar att skadas, så har en skyfallskartering genomförts i SCALGO (2020) utefter markytans topografi (inklusive byggnader). Vid skyfallskarteringen så har ett regn om 100 mm ansatts på området, vilket innebär att 100 mm vatten ansätts på all terräng. Att notera är att skyfallskarteringen inte tar hänsyn till exempelvis markytans infiltrationskapacitet, eller avrinning via eventuellt ledningsnät, och visar ett "worst case scenario" i syfte att identifiera de mest problematiska områdena vid händelse av ett skyfall.

2.1.5 Ämneshalter och ämnesbelastning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvattnet från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning (och rening) uppskattades med hjälp av programvaran StormTac. I StormTac så uppskattas ämnesbelastningen i dagvattenflödet som produkten av dagvattenflödet från respektive markanvändning (befintlig respektive planerad) och markanvändnings-specifika schablonhalter för olika ämnen i dagvatten baserat på ett antal referensstudier (Larm, 2001). För simuleringarna så har en nederbörds mängd om 553 mm/år antagits, vilket motsvarar årsmedelnederbörden i Tyresö med omnejd för normalperioden 1961-1990 (SMHI; 2020a).

3. Områdesbeskrivning

Planområdet Granängstorget (Tyresö kommun, Stockholm län) ingår i Albysjöns avrinningsområde (Figur 3-1). Albysjön, vilken via Tyresån dränerar uppströms ytvatten (Drevviken, Långsjön, Tyresöflaten) och avrinner mot Kalvfjärden (Figur 3-1), utgör den primära ytvattenrecipienten av dagvatten från planområdet.



Figur 3-1. Översikt över planområdet och recipienter.

3.1 Befintlig och planerad markanvändning

Den befintliga markanvändningen inom planområdet har utifrån satellitbilder över området tolkats utgöras av parkering, blandat grönområde, gårdsyta, samt vägar till/från parkeringen (Tabell 3-1; Figur 3-2). Att notera är att den större parkeringsytan i Figur 3-2 utgörs av en garagebyggnad i två plan.

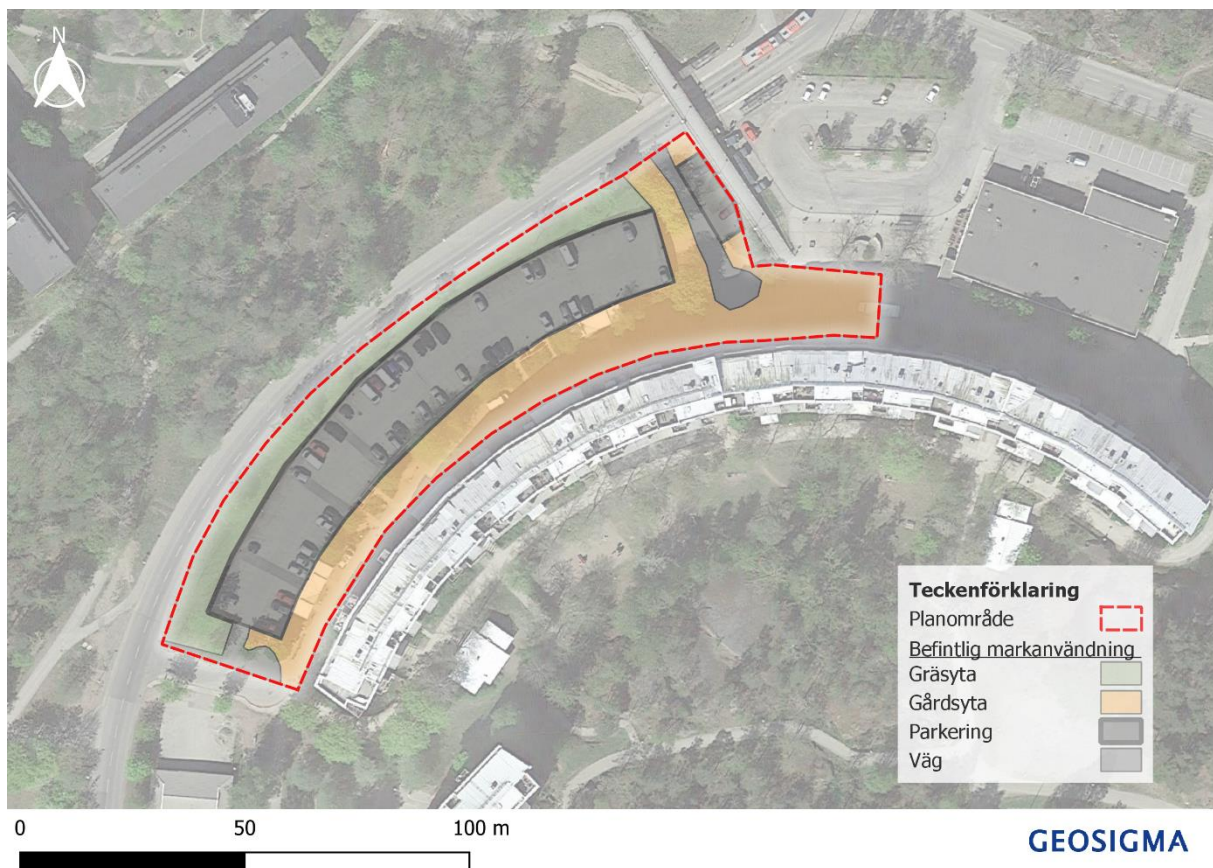
Utifrån erhållet underlag för den projekterade exploateringen av planområdet så utgörs den planerade markanvändningen inom planområdet av gröna tak, gång- och cykelvägar, gårdsyta, parkeringsfickor längs Granängsringen (exempelvis uppställningsplats för sopbil), takyta, samt vägar som leder till/från den redan existerande garagebyggnaden (Tabell 3-1; Figur 3-3). Notera att den reducerade arean minskar i samband med ombyggnationen.

Tabell 3-1. Befintlig och planerad markanvändning inom planområdet "Granängstorget". Reducerad area beräknad som produkten av den markanvändningsspecifika avrinningskoefficienten (ϕ_i) och den markanvändningsspecifika arean.

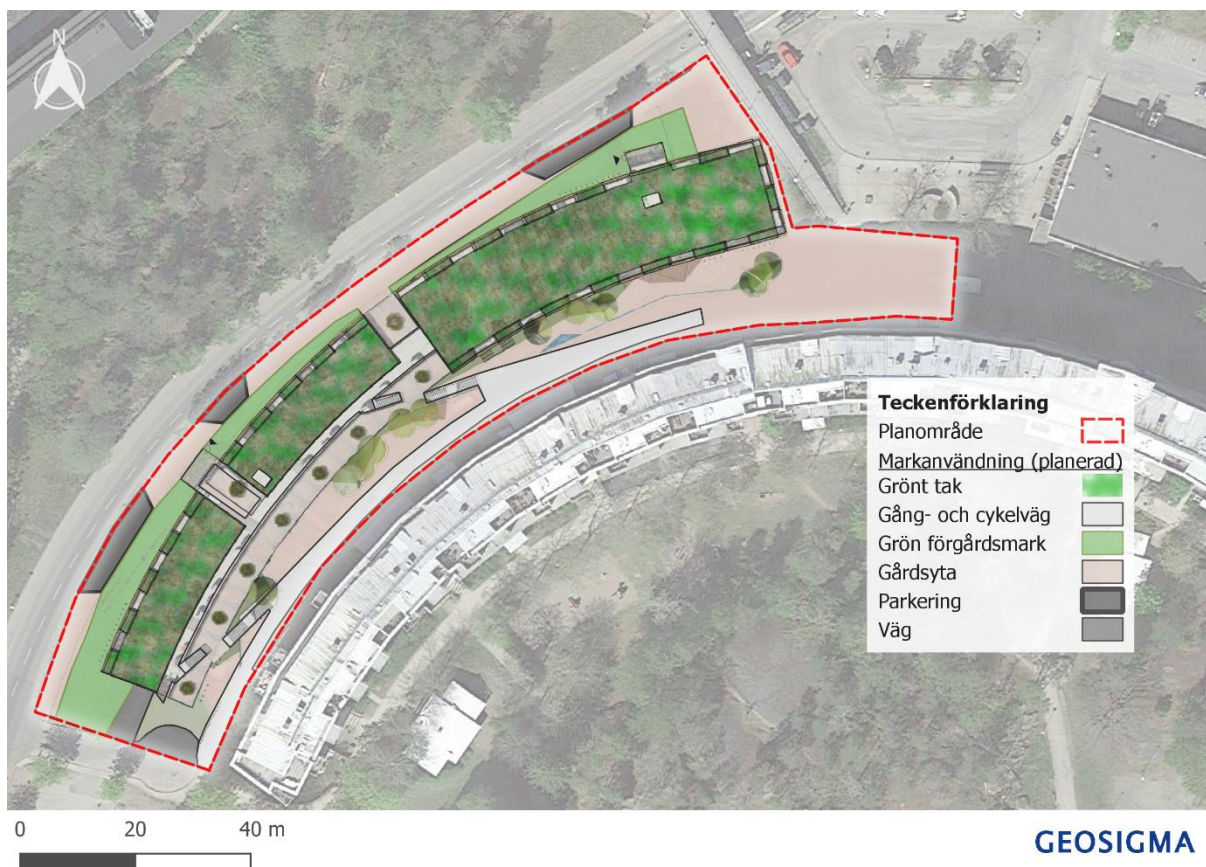
Detaljplan	Utredningsområde	Markanvändning	Φ_i	Area (m ²)	Reducerad area (m ²)
Befintlig	Granängstorget, kvarter E	Blandat grönområde	0.2	963	193
		Kvartersmark	0.5	2160	1080
		Parkering	0.8	2463	1970
		Väg	0.9	305	274
		Planområde	0,6 ^a	5891	3517
Planerad	Granängstorget, kvarter E	Grönt tak	0,4 ^b	1709	684
		Gång- och cykelväg	0.8	474	379
		Gårdsyta	0.5	2399	1200
		Parkering	0.8	178	142
		Takyta	0.9	436	392
		Väg	0.9	135	122
		Förgårdsmark	0.3	560	168
		Planområde	0,5 ^a	5891	3086

^aMedelvärde viktat till arean för respektive markanvändningskategori.

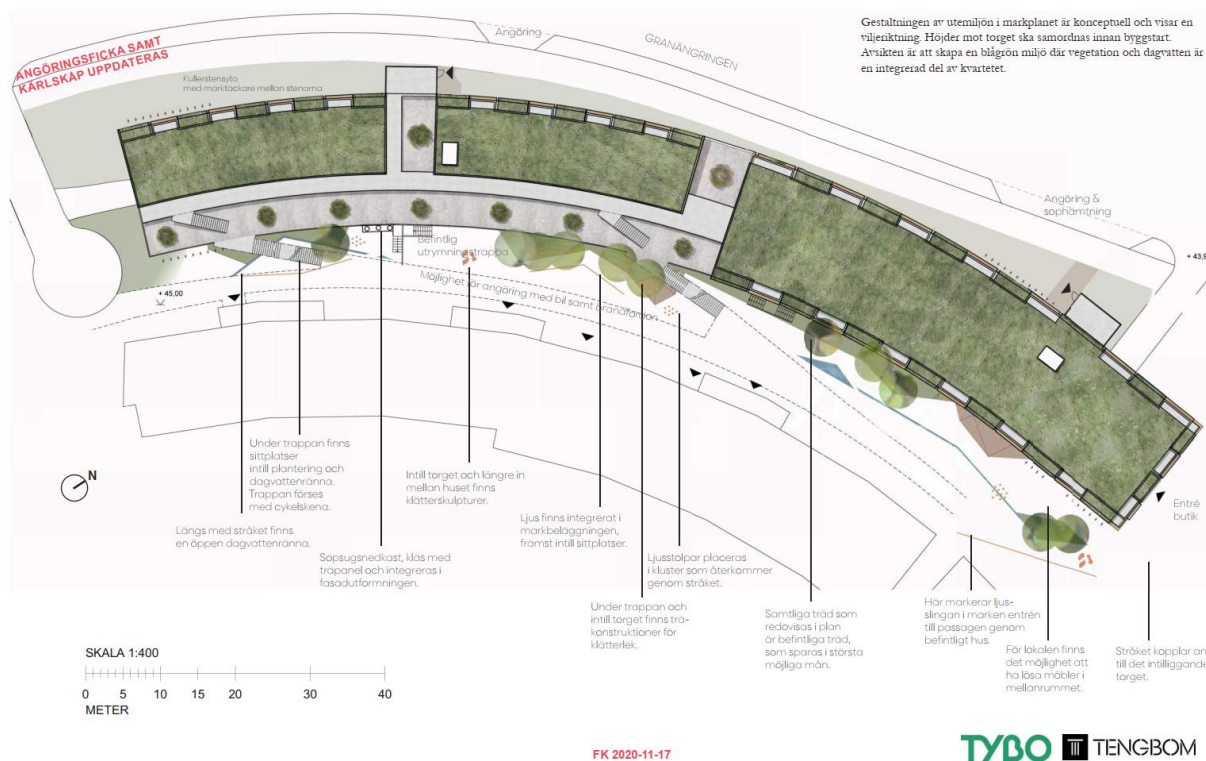
^bRekommenderad avrinningskoefficient för gröna tak med en tjocklek om 10-15 cm (Grönatakshandboken, 2020).



Figur 3-2. Befintlig markanvändning inom planområdet "Granängstorget" tolkat utifrån satellitbilder över området.



Figur 3-3. Planerad markanvändning inom planområdet "Granängstorget" tolkat utifrån erhållet underlag för projekterad exploatering av planområdet.



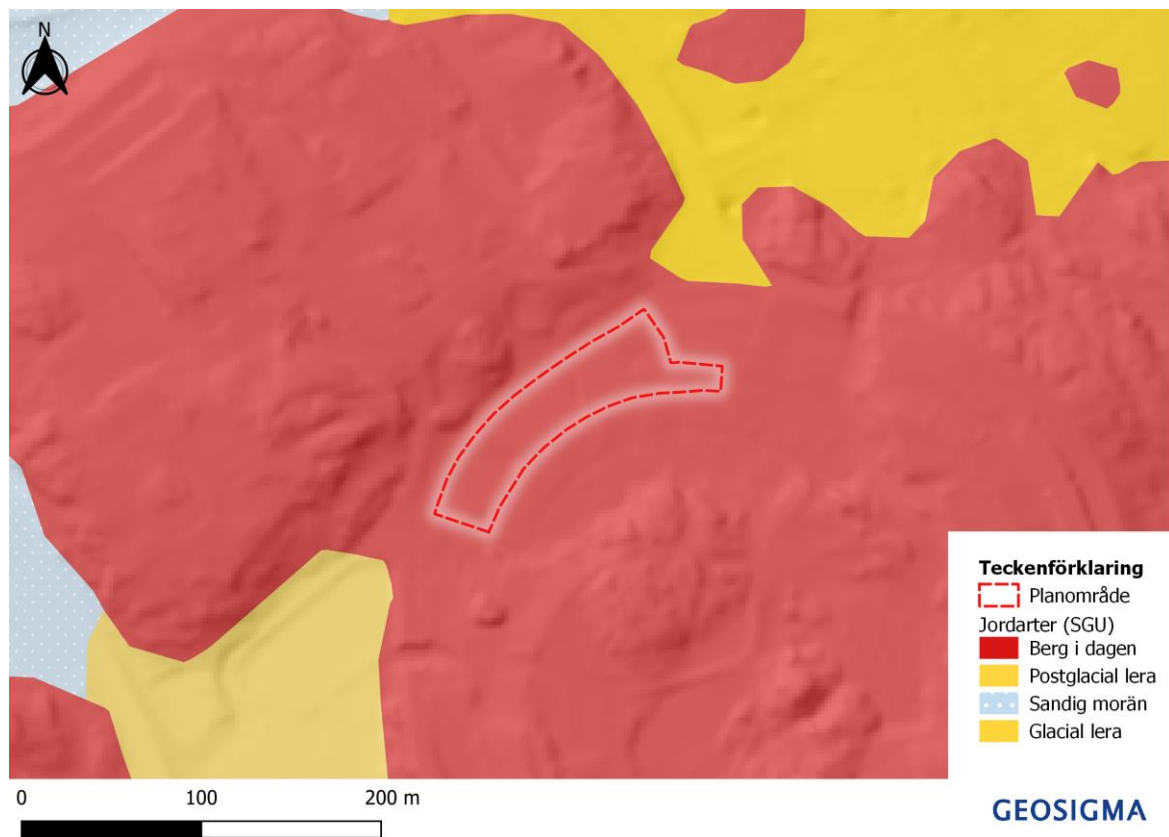
Figur 3-4. Situationsplan för planområdet. Källa: Tengbom.

3.2 Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten

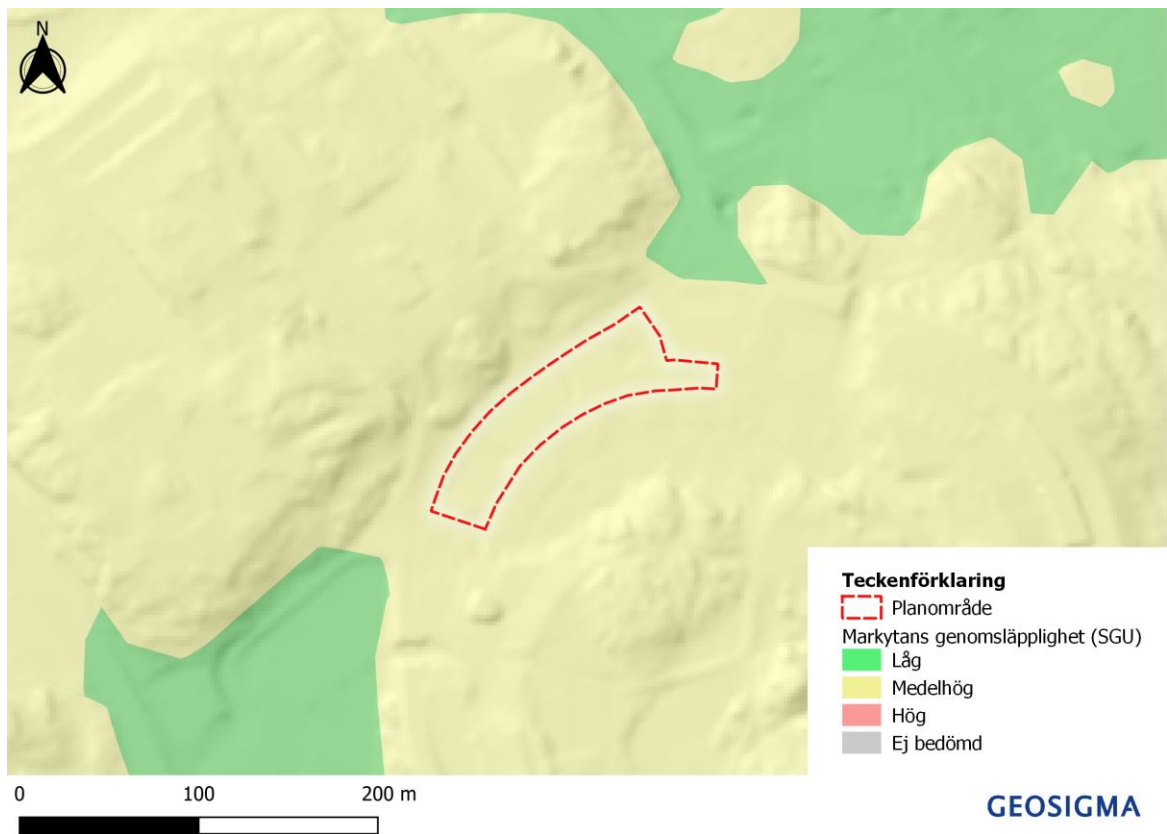
Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU; SGU; 2020a) så utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet uteslutande av berg i dagen (Figur 3-2). De ytliga jordarterna i planområdets omnejd utgörs av berg i dagen, postglacial lera, samt sandig morän (Figur 3-2).

Enligt SGUs karta över markytans genomsläpplighet (SGU, 2020b) så bedöms markytans genomsläpplighet inom planområdet uteslutande som medelhög (Figur 3-3). Vidare så klassificeras grundvattnets sårbarhet inom planområdet som måttlig, vilket innebär att risk föreligger för att föroreningar som infiltrerar i markytan når grundvattnet och sprids till närliggande vattenbrunnar (Figur 3-4; SGU, 2020c; 2009). Att notera är här att närmaste vattenbrunn (energibrunn) återfinns ~560 m nordöst om aktuellt planområde enligt SGUs brunnarkiv (SGU, 2020d).

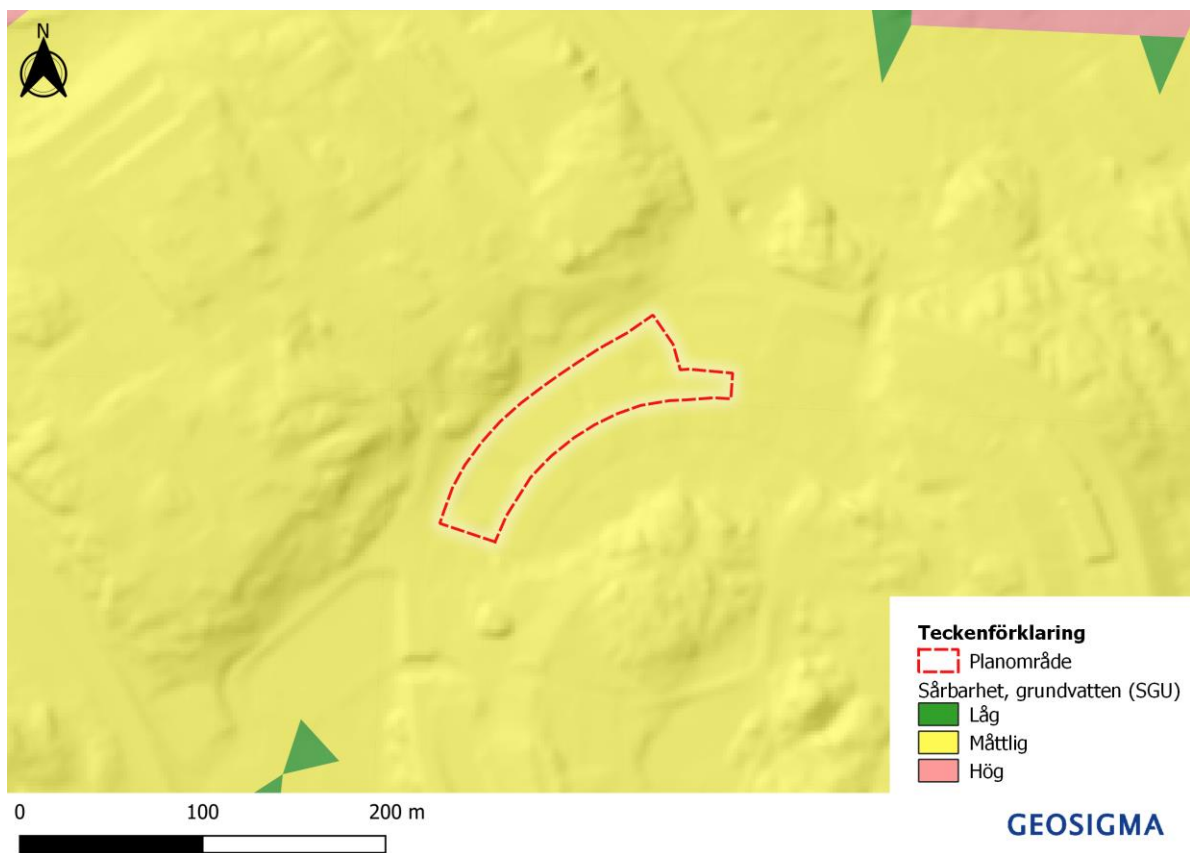
Sammantaget så bedöms infiltrationsförutsättningarna för dagvatten inom planområdet som låga då de ytliga jordarterna inom området utgörs av berg i dagen (Figur 3-2). En bergytas genomsläpplighet tenderar att rumsligt variera beroende på förekomst av spricknätverk; klassificeringen av markytans genomsläpplighet enligt SGU (2020b) sker generellt på förhållandevis stora skalor, varav markytans genomsläpplighet där kan ha klassificerats som medelhög. Ovanstående medför att dagvattnet från planområdet måste ledas till befintliga dagvattenledningar för avledning mot recipient.



Figur 3-2. Ytliga jordarter inom planområdet med omnejd enligt SGU (2020a).



Figur 3-3. Markytans genomsläpplighet inom planområdet med omnejd enligt SGU (2020b).



Figur 3-4. Grundvattnets sårbarhet enligt SGU (2020c).

3.2.2 Ytvattenrecipient: miljö kvalitetsnormer

Ytvattenförekomsten Albysjön utgör den primära recipienten för dagvatten från planområdet (Figur 3-1). Enligt Tyresö kommuns egen recipientklassificering (Tyresö kommun, A), där kommunens ytvattenförekomsten har klassificerats utifrån näringstillstånd, förändringar i vattenomsättning, samt känslighet för organiska ämnen, tungmetaller, och närsalter, så har Albysjön klassificerats som *mycket känslig* (skala: mindre känslig, känslig, mycket känslig; Tyresö kommun, A).

Ytvattenförekomsten Albysjön finns ej registrerad i Vatteninformationssystem Sveriges databas. På grund av ovanstående antas Albysjöns recipientstatus motsvara recipientstatus i ytvattendraget Tyresån, som rinner genom Albysjön (VISS, 2020a; VISS EU_CD SE 656944-164051).

Enligt VISS (2020a) så är den ekologiska statusen i Tyresån otillfredsställande där kvalitetsfaktorer (1) morfologiskt tillstånd och kontinuitet, (2) flödesförändringar, samt (3) övergödning i ytvattendraget utgör bedömningsgrund. Vidare så uppnår Tyresån en ej god kemisk status (VISS, 2020a) där utlösande kvalitetsfaktorer utgörs av halterna av de prioriterade ämnena perfluoroktansulfonat (PFOS), kvicksilver (Hg), samt polybromerade difenyleterar (PBDE) vilka överskrider ansatta gränsvärden (VISS, 2020a). Att notera är att gränsvärden för Hg samt PBDE överskrids i samtliga av Sveriges vattenförekomsten (VISS, 2020a).

Tyresån anses vara påverkad av förorenade områden, urban markanvändning, jordbruk, enskilda avlopp, samt atmosfärisk deposition där en ökad halt av...

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. Arsenik (As) | 4. PBDE |
| 2. Krom (Cr) | 5. PFOS |
| 3. Kviksilver (Hg) | 6. Totalfosfor |

... anses utgöra en risk för försämrade kemisk (och ekologisk) status i Tyresån (VISS, 2020a).

4. Flödesberäkningar och dimensionerande utjämningsvolym

Flödesberäkningar för dagvatten har gjorts för ett 20-årsregn i syfte att dimensionera ett dagvattensystem för projekterad exploatering av planområdet. Dagvattenflödet vid ett 100-årsregn redovisas också för att tydliggöra magnituden på flödena vid extrem nederbörd.

4.1 Dagvattenflöden

Enligt flödesberäkningarna för befintlig samt planerad markanvändning² så kommer dagvattenflöden från planområdet att minska enligt projekterad exploatering av planområdet om man bortser från klimatbetingad påverkan på dagvattenflöden (jmf. beräknat dagvattenflöde för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet exklusive, alternativt inklusive, klimatfaktor; Tabell 4-1). Minskade dagvattenflöden enligt projekterad exploatering av planområdet är att förvänta då en stor del av den tidigare hårdgjorda ytan (parkeringsyta) omvandlas till gröna tak vilket medför minskad övergripande avrinningskoefficient för planområdet (jmf. Figur 3-2 och Figur 3-3; Tabell 3-1).

På grund av förväntade klimatförändringar inom planområdet med omnejd så kommer dagvattenflöden från planområdet att öka från 101 L/s till 115 L/s vid ett 20-årsregn, och från 172 L/s till 195 L/s vid ett 100-årsregn, enligt projekterad exploatering av området (Tabell 4-1).³ Om klimatfaktorn även ansätts på den befintliga markanvändningen kommer flödet öka till 126 l/s.

Sammantaget innebär ovanstående att dagvattenflödet från planområdet i samband med planerad exploatering förväntas att minska med 9 % jämfört med befintlig markanvändning. Detta blir slutsatsen om klimatfaktorn appliceras på både befintlig markanvändning och planerad markanvändning vilket är rimligt eftersom den befintliga parkeringsytan också skulle behöva hantera de större flödena som klimatfaktorn medför. Detta minskade dagvattenflöde beror på att den reducerade arean (hårdgjord yta med hög avrinningskoefficient som genererar en stor ytavrinning) minskar i samband med ombyggnationen av parkering till bostadshus med sedumtak och tillhörande gårdsyta. Ändringen i dagvattenflöde från befintlig situation utan klimatfaktor (101 l/s) till framtida situation med klimatfaktor (115 m³) blir en ökning på cirka 14 %.

Detta vilket innebär att den planerade markanvändningen enligt projekterad exploatering av planområdet inte måste kompletteras med dagvattenlösningar för fördröjning av dagvattenflöden, enligt riktlinjer från Svenskt Vatten P110.

Tabell 4-1. Beräknade dagvattenflöden (med och utan ansatt klimatfaktor) för ett 20-årsregn och ett 100-årsregn för befintlig samt planerad markanvändning inom planområdet

Detaljplan	Utredningsområde	Parameter	Beräknat dagvattenflöde (L/s)	
			Exkl. klimatfaktor	Inkl. klimatfaktor
Befintlig	Granängstorget, kvarter E	20-årsregn	101	126
		100-årsregn	172	215
Planerad	Granängstorget, kvarter E	20-årsregn	92	115
		100-årsregn	156	195

² Beräkningar av dagvattenflöde för planerad markanvändning inom planområdet har innefattat viss fördröjning av dagvattenflödet då sedumbeklädda tak (gröna tak) ingår i den planerade markanvändningen.

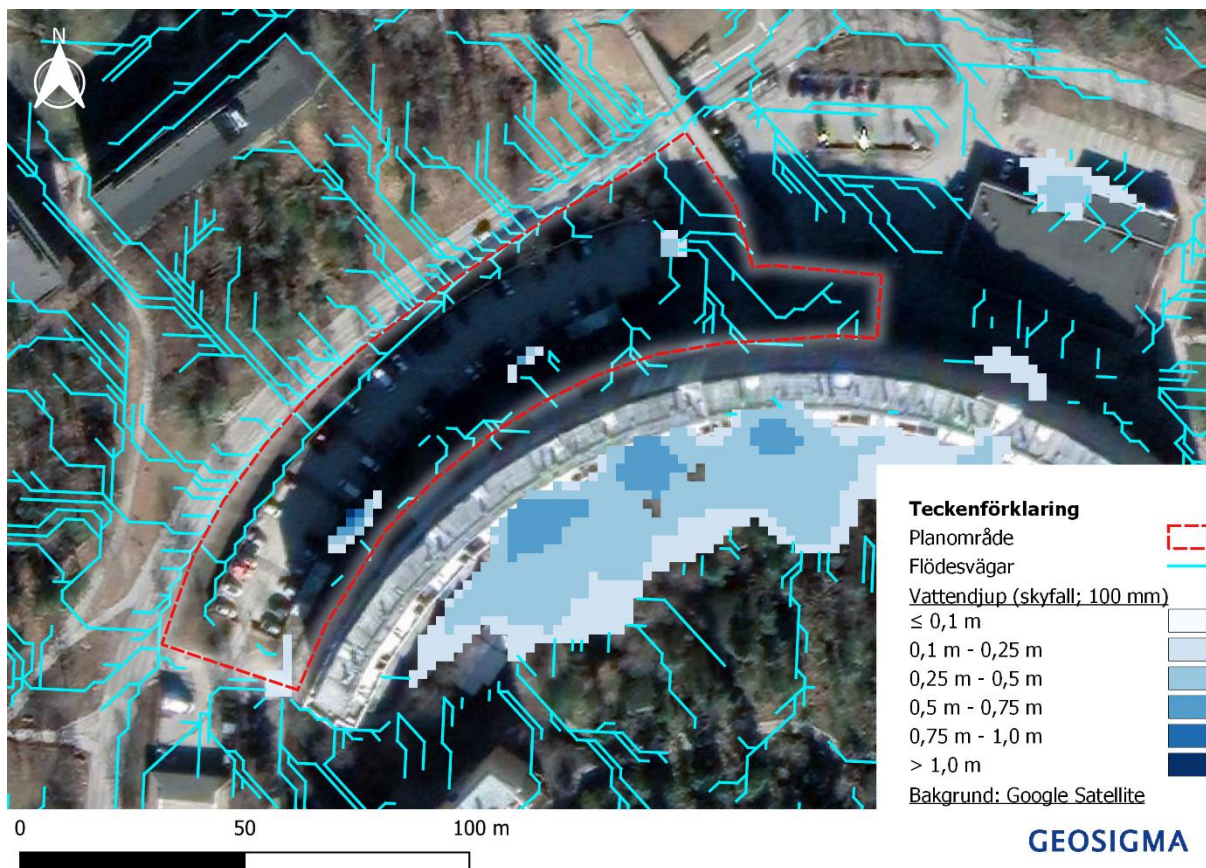
³ Det är här värt att påpeka att klimatbetingade förändringar av dagvattenflöden kommer att leda till ökade dagvattenflöden från planområdet oavsett markanvändning.

4.2 Erforderlig utjämningsvolym

För att fördröja dagvattenflödet till befintligt flöde i samband med planerad exploatering kräves en erforderlig utjämningsvolym på 11 m³ för ett dimensionerande 20-årsregn. Att notera den beräknade dimensionerande fördröjningsvolymen gäller för den planerade markanvändning enligt projekterad exploateringen inklusive de sedumbeklädda taken. För att kompensera för klimateffekter och säkerställa att dagvattenflödet inte ökar jämfört med nuvarande situation behövs den erforderliga utjämningsvolym på 11 m³. Om inget grönt tak skulle anläggas så fördubblas i princip den erforderliga fördröjningsvolymen.

4.3 Skyfallshantering

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattensystem inte är dimensionerade för att klara. Skyfallskarteringen över planområdet visar dock på en övergripande låg risk för att planområdet drabbas av översvämning (vattendjup ≥ 0,1 m) vid händelse av ett skyfall (Figur 4-1). Tre lokala lågpunkter inom planområdet som ligger utmed den befintliga garagebyggnadens sydöstra del, samt vid garagebyggnadens nordöstra del (Figur 4-1).



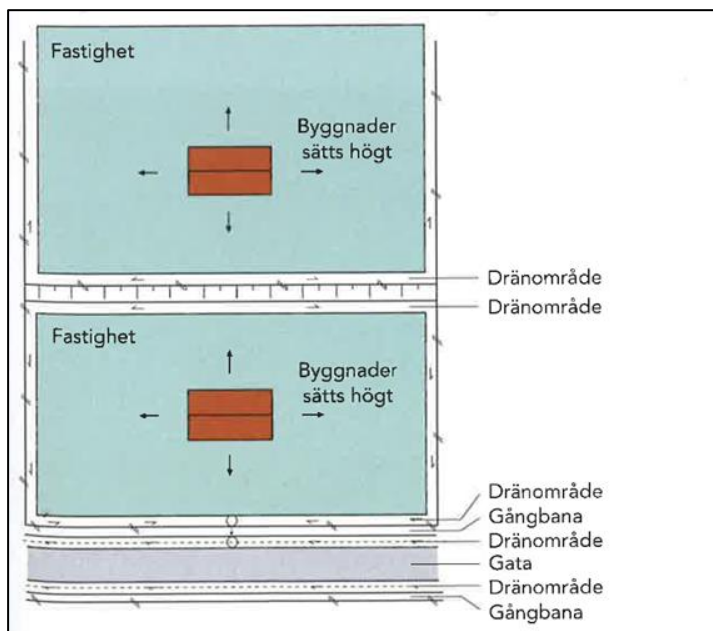
Figur 4-1. Skyfallskartering över planområdet utförd i SCALGO (2020) för ett skyfall (regn = 100 mm).

4.3.1 Sekundära avrinningsvägar

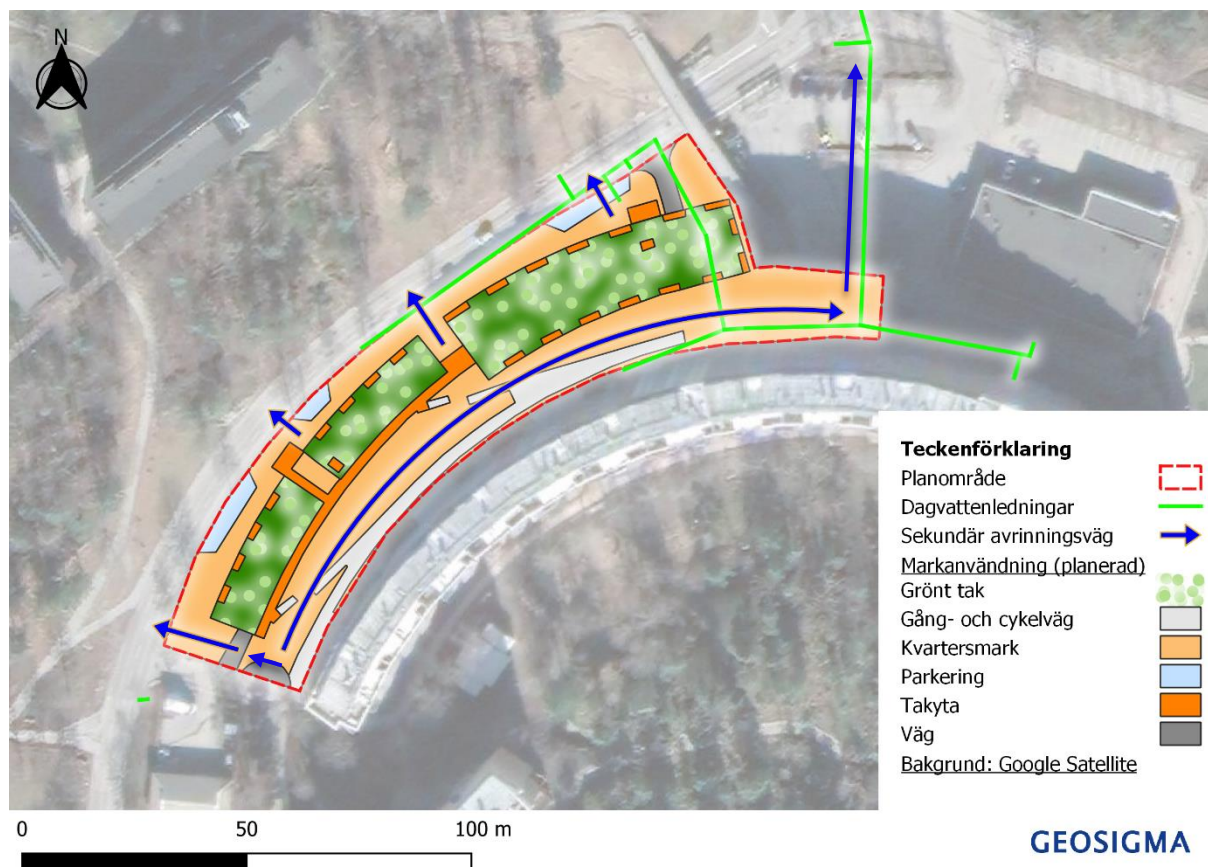
För att undvika översvämning och skador på byggnader så är det viktigt att tidigt under exploateringen planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar, och vidare ut på närliggande lokalgator, grönytor eller vattendrag. Vidare så är det viktigt att undvika instängda ytor där ansamlat ytvatten förhindras att avrinna. En höjdsättning som skapar en effektiv ytavrinning förhindrar att ytvatten ansamlas i lågpunkter, vilket övergripande innebär att när föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägar eller grönytor för vidare transport mot recipienten. Denna metodik minskar risken för skador på hus och

grundläggning. En enkel grundprincip för höjdsättning kring byggnader visas i Figur 4-2. Ett förslag på höjdsättning av planområdet för att skapa sekundära avrinningsvägar mot befintligt vägnät och dagvattennät, visas i Figur 4-3.

Från förslaget till projekterad exploatering av planområdet så ses inga instängda områden som skulle kunna utgöra risk för att nederbörd ansamlas.



Figur 4-2. Höjdsättningsförslag enligt Svensk vattens publikation P105.



Figur 4-3. Förslag till sekundära avrinningsvägar som skapas genom höjdsättning av planområdet.

5. Föroreningsberäkning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten från planområdet "Granängstorget" enligt befintlig samt planerad markanvändning i programvaran StormTac, enligt de markanvändningskategorier och areor som redovisas i Tabell 3-1. I StormTac så definieras de olika markanvändningskategorierna, varifrån schablonhalter för ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten baseras på, för befintlig samt planerad markanvändning (Tabell 3-1) enligt:

- **Blandat grönområde** är "ett grönområde med en blandad vegetation av både träd (mindre skogspartier), ängsmark eller parkmark."
- **Grönt tak** är en "takyta beklätt med vegetation, t.ex. sedumväxter."
- **Gång- och cykelväg** är en "asfalterad yta avsedd för gång- och cykeltrafik."
- **Gårdsyta** är "gräs-, asfalt- och grusytor inom ett bostadskvarter (antagna 1/3 av ytan vardera)."
- **Parkering** är en "separat parkeringsyta som ligger utanför bebyggelse"
- **Takyta** är en "takyta utan specificering av takmaterial"
- **Väg** är en "trafikerad vägyta med [given] årlig medeldygnstrafikintensitet (ÅDT, årsdygnstrafik, fordon/dygn)". För vägar inom planområdet så har en ÅDT om 100 antagits.

I simuleringarna så har ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten för tio standardämnen tillsammans med de prioriterade ämnena i recipienten (avsnitt 3.2.2) undersökts för befintlig samt planerad markanvändning inom planområdet. Att notera är att StormTac inte tillhandahåller schablonhalter för PFOS i dagvatten, varav ämneshalter samt ämnesbelastning för PFOS har utgått från simuleringarna. Vidare så antas klimatbetingad påverkan på dagvattenflöden att gälla för både befintlig/planerad markanvändning, och jämförelse av ämneshalter/ämnesbelastning i dagvatten från befintlig/planerad markanvändning har utförts antaget en klimatfaktor om 1,0.

5.1 Befintlig och planerad markanvändning

Simulering av ämneshalter i dagvatten från planområdet indikerar att ämneshalter av fosfor (P) och kväve (N) bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (SS), samt benso(a)pyren (BaP) i dagvatten från planområdet förväntas att minska med projekterad exploatering (Tabell 5-1). Ämneshalten av PBDE förväntas att vara densamma. Ämnesbelastningen från planområdet vid planerad markanvändning minskar för samtliga studerade ämnen, vilket är i enlighet med att den planerade markanvändningen inom planområdet eftersom projekterad exploatering leder till minskade dagvattenflöden.

Sammantaget så indikerar simuleringarna av ämneshalter och ämnesbelastning i dagvatten från planområdet att den planerade exploateringen av dagvattenområdet kommer att leda till en generell minskad ämnesbelastning till recipienten Albsjön.

Tabell 5-1. Uppskattade ämneshalter i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan rening). Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämneshalt i dagvatten från planområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan rening).

Ämne	Enhet	Markanvändning		
		Befintlig	Planerad	Förändring (%)
P	ug/L	160	160	0
N	mg/L	2,1	1,8	-14
Pb	ug/L	19	4,1	-78
Cu	ug/L	30	17	-43
Zn	ug/L	89	31	-65
Cd	ug/L	0,36	0,28	-22
Cr	ug/L	10	4,6	-54
Ni	ug/L	9,6	3,6	-63
Hg	ug/L	0,055	0,019	-65
SS	mg/L	99	36	-64
Olja	mg/L	0,63	0,32	-49
BaP	ug/L	0,037	0,011	-70
PBDE 47	ug/L	0,0002	0,0002	0
PBDE 99	ug/L	0,00025	0,00025	0
PBDE 209	ug/L	0,015	0,015	0
As	ug/L	3,5	3	-14

Tabell 5-2. Uppskattad ämnebelastning i dagvatten från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning (utan rening). Färger grön, röd, och gul indikerar en minskad, ökad, respektive stabil ämnesbelastning från dagvatten från planområdet vid jämförelse av befintlig och planerad markanvändning (utan rening).

Ämne	Enhet	Markanvändning		
		Befintlig	Planerad	Förändring (%)
P	kg/år	0,32	0,29	-9
N	kg/år	4,1	4	-2
Pb	kg/år	0,036	0,0073	-80
Cu	kg/år	0,058	0,03	-48
Zn	kg/år	0,17	0,055	-68
Cd	kg/år	0,0007	0,0005	-29
Cr	kg/år	0,02	0,0081	-60
Ni	kg/år	0,019	0,0064	-66
Hg	kg/år	0,00011	0,000034	-69
SS	kg/år	190	64	-66
Olja	kg/år	1,2	0,57	-53
BaP	kg/år	0,000072	0,000019	-74
PBDE 47	kg/år	3,9E-07	0,00000035	-10
PBDE 99	kg/år	4,9E-07	0,00000044	-10
PBDE 209	kg/år	0,000029	0,000027	-7
As	kg/år	0,0068	0,0053	-22

5.1.3 Reningsbehov

Enligt Tyresö kommuns riktlinjer för dagvatten så ska ämneshalter i dagvatten som överskrider ett givet riktvärde betraktas som en förorening och reningsbehov för dagvattnet föreligger och grundar sig på Stockholm stads dagvattenstrategi (Tabell 5-3; Tyresö kommun, A). Från Stockholms stads reningskrav för dagvatten till sjöar och vattendrag (Tabell 5-3) bedöms reningsbehovet av dagvattnet baserat på dagvattnets föroreningsgrad och recipientens känslighet; Albysjön, recipienten för dagvatten från studerat planområde, har klassificerats som mycket känslig.

Tabell 5-3. Stockholm stads reningskrav för dagvatten till sjöar och vattendrag.

Föroreningshalt (dagvatten)	Recipientens känslighet		
	Mycket känslig	Känslig	Mindre känslig
Låga	Ej rening	Ej rening	Ej rening
Måttliga	Viss rening	Viss rening	Ej rening
Höga	Rening	Rening	Rening

För att bedöma den relativa föroreningshalten i dagvatten (låg, måttlig, eller hög) från planområde enligt planerad markanvändning används Tyresö kommuns riktvärden för ämneshalter dagvatten (Tabell 5-4; Tyresö kommun, A). Enligt dessa riktvärden så är ämneshalterna av fosfor och kväve i dagvatten från planområdet enligt planerad markanvändning att betrakta som måttligt förorenade, medan resterande ämneshalter (till vilka det finns riktvärden) är att betrakta som lågt förorenade (Tabell 5-4). Då Albysjön har klassificerats som mycket känslig så är *viss rening* av dagvattnet från planområdet erforderlig (Tabell 5-3), där reningseffektiviteten bör riktas mot ämneshalter av fosfor och kväve.

Att betona här är att planområdet enligt projekterad exploatering medför en övergripande minskning i ämnesbelastning till recipienten gentemot befintlig markanvändning (Tabell 5-2).

Tabell 5-4. Tyresö kommuns riktvärden för klassificering av föroreningshalter i dagvatten, och klassificering av ämneshalter i dagvatten från planområdet enligt planerad markanvändning (utan rening) utifrån dessa riktlinjer. Grön, gul, respektive röd färg indikerar en låg, måttlig, respektive hög föroreningshalt utefter Tyresö kommuns riktvärden för klassificering av föroreningshalter i dagvatten.

Ämne	Enhet	Riktvärden, föroreningshalt			Ämneshalt Planerad markanvändning ^a
		Låg	Måttlig	Hög	
Fosfor (P)	µg/L	<137,5	137,5–225	>225	160
Kväve (N)	mg/L	<1,5	1,5–4	>4	1,8
Bly (Pb)	µg/L	<11,5	11,5–26	>26	4,1
Koppar (Cu)	µg/L	<24,5	24,5–60	>60	17
Zink (Zn)	µg/L	<117,5	117,5–300	>300	31
Kadmium (Cd)	µg/L	<0,5	0,5–1,5	>1,5	0,28
Krom (Cr)	µg/L	<15	15–75	>75	4,6
Nickel (Ni)	µg/L	<45	45–225	>225	3,6
Suspenderad substans (SS)	mg/L	<65	65–200	>200	36
Opolära alifatiska kolväten (olja)	mg/L	0,55	0,55–1,25	>1,25	0,32

^aUtan rening av dagvattnet

5.2 Reningseffekt

Dessa tre dagvattensystem beskrivs separat i nedanstående avsnitt. Sammantaget så är det enbart vid tillämpning av växtbäddar för att rena och fördröja dagvattnet som uppsatta riktvärden för föroreningshalter för "låg" föroreningshalt från Tyresö kommun möts, och vid tillämpning av "tjocka" gröna tak så krävs fortfarande en erforderlig utjämningsvolym för dagvatten om 5 m³.

Tabell 6-1. Sammanställning av i StormTac simulerade utgående ämneshalter i dagvatten från planområdet enligt planerad markanvändning med rening i tre olika dagvattensystem: (1) växtbäddarm (2) "tjocka" gröna tak (>50 cm), samt (3) ett underjordiskt sedimentationsmagasin med filterkassett. Grön, gul, respektive röd färg indikerar en låg, måttlig, respektive hög föroreningshalt utefter Tyresö kommuns riktvärden för klassificering av föroreningshalter i dagvatten. Grå färg indikerar att inget riktvärde för föroreningshalt i dagvatten från Tyresö kommun finns.

Ämne	Enhet	Föroreningsmängd			Förändring (%)
		Befintlig	Planerad (utan rening)	Planerad (med rening)	
P	kg/år	0.32	0.29	0.16	-50
N	kg/år	4.3	3.1	2.1	-51
Pb	kg/år	0,036	0,0072	0,0024	-93
Cu	kg/år	0,059	0,027	0,015	-75
Zn	kg/år	0,18	0,051	0,015	-92
Cd	kg/år	0,0007	0,00049	0,00012	-83
Cr	kg/år	0,02	0,0074	0,0042	-79
Ni	kg/år	0,019	0,0058	0,0025	-87
Hg	kg/år	0,00011	0,000033	0,000017	-85
SS	kg/år	200	59	24	-88
Olja	kg/år	1,2	0,58	0,23	-81
BaP	kg/år	0,000073	0,000017	0,0000049	-93
PBDE 47	kg/år	4E-07	0,00000031	0,00000016	-60
PBDE 99	kg/år	5E-07	0,00000038	0,0000002	-60
PBDE 209	kg/år	0,000032	0,000025	0,000013	-59
As	kg/år	0,0069	0,0045	0,0027	-61

Tabell 6-2. Sammanställning av i StormTac simulerade utgående ämneshalter i dagvatten från planområdet enligt planerad markanvändning med rening i tre olika dagvattensystem: (1) växtbäddarm (2) ”tjocka” gröna tak (>50 cm), samt (3) ett underjordiskt sedimentationsmagasin med filterkassett. Grön, gul, respektive röd färg indikerar en låg, måttlig, respektive hög föroreningshalt utefter Tyresö kommuns riktvärden för klassificering av föroreningshalter i dagvatten. Grå färg indikerar att inget riktvärde för föroreningshalt i dagvatten från Tyresö kommun finns.

Ämne	Enhet	Föroreningshalt			Förändring (%)
		Befintlig	Planerad (utan rening)	Planerad (med rening)	
P	ug/L	150	170	97	-35
N	mg/L	2000	1800	1200	-40
Pb	ug/L	17	4,2	1,4	-92
Cu	ug/L	27	16	9	-67
Zn	ug/L	83	30	8,7	-90
Cd	ug/L	0,33	0,29	0,072	-78
Cr	ug/L	9,3	4,4	2,5	-73
Ni	ug/L	8,8	3,4	1,5	-83
Hg	ug/L	0,051	0,019	0,01	-80
SS	mg/L	91000	35000	14000	-85
Olja	mg/L	570	340	130	-77
BaP	ug/L	0,034	0,0097	0,0029	-91
PBDE 47	ug/L	0,00019	0,00018	0,000095	-50
PBDE 99	ug/L	0,00023	0,00023	0,00012	-48
PBDE 209	ug/L	0,015	0,015	0,0079	-47
As	ug/L	3,2	2,7	1,6	-50

6. Förslag till dagvattenhantering

För att fördröja ett dimensionerande 20-årsregn med 10 minuters varaktighet så krävs en erforderlig utjämningsvolym på 11 m³ i samband med planerad exploatering. Denna utjämningsvolym fördröjer kompenserar för klimateffekter som är den enda anledningen till att flödet ökar jämfört med befintlig situation. Den beräknade dimensionerande utjämningsvolymen gäller för den planerade markanvändning enligt projekterad exploateringen inklusive de sedumbeklädda taken. Om inget grönt tak skulle anläggas så fördubblas i princip den erforderliga fördröjningsvolymen.

Utjämningsvolymen bidrar till att efterleva reningskraven enligt Tyresö kommuns riktvärden för föroreningshalter i dagvatten. Enligt dessa riktvärden så krävs rening av fosfor (P) och kväve (N) motsvarande >72,5 µg/L respektive 0,7 mg/L (avsnitt 5.1.3).

För att uppnå den erforderliga utjämningsvolymen för, och reningsbehovet av, dagvatten från planområdet så föreslås växtbäddar för fördröjning och rening av dagvatten innan avledning till recipient.

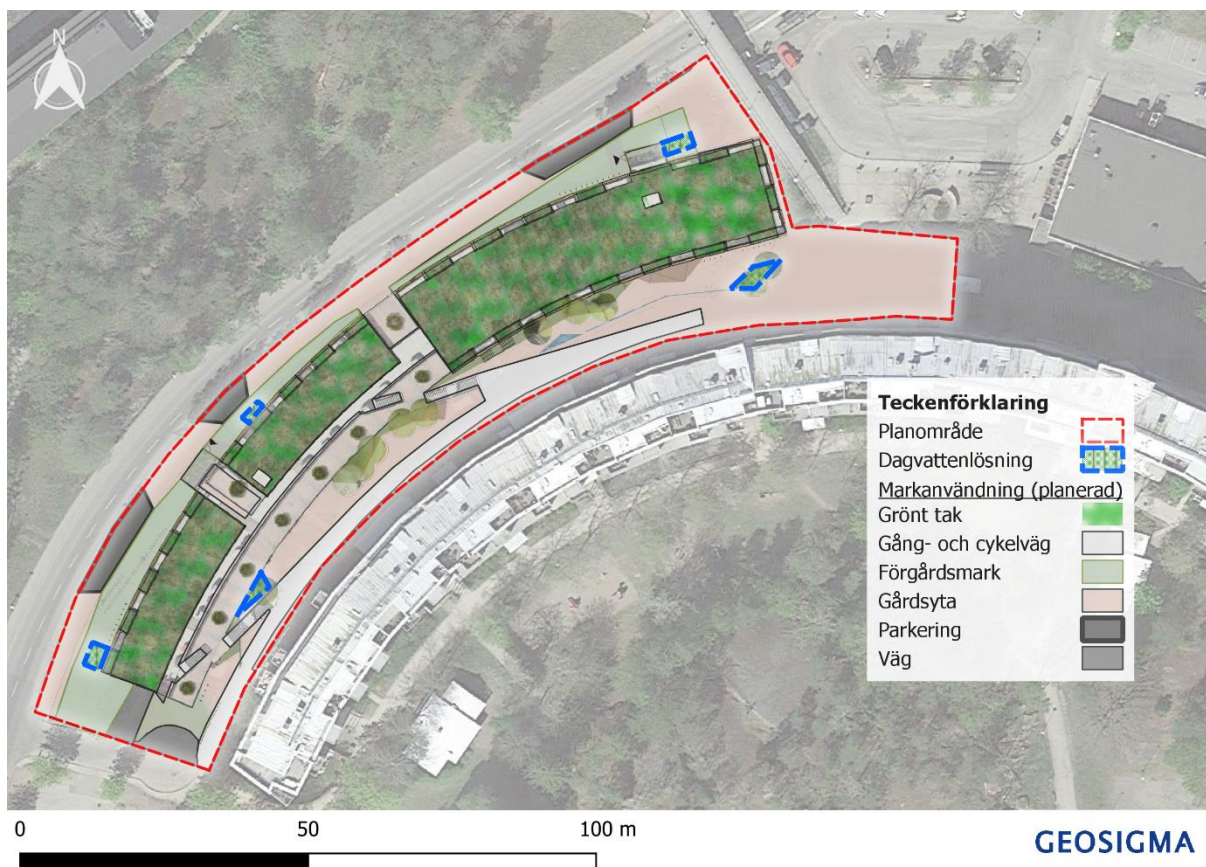
Idag består planområdet mestadels av en parkering som genererar både en relativt stor flödesbelastning och en relativt stor föroreningsbelastning. Detta på grund av att parkeringen är en hårdgjord yta, men en hög avrinningskoefficient (0,8), vilket genererar en stor volym per ytenhet. En parkering bidrar också med relativt stor föroreningsbelastning på grund av föroreningar från fordon.

Detta betyder att vid en planerad nybyggnation så förbättras planområdets dagvattensituation enbart på grund av ombyggnationen, oberoende av dagvattenlösningar. Detta på grund av att dagvattenbildningen minskar på grund av en mindre andel hårdgjord yta (lägre avrinningskoefficient) och att föroreningsbelastningen minskar på grund av att parkeringen (som genererar en stor föroreningsbelastning) försvinner.

Flödesberäkningarna visar att om flödessituationen för den planerade byggnationen jämförs med parkeringen, med klimatfaktor, blir flödesbelastningen 9 % mindre med nybyggnationen jämfört med parkeringen. Flödesminskningen beror av andelen hårdgjord yta minskar eftersom parkeringsytan ersätts med sedumtak och gårdsyta. Ökningen av framtida flöden beror då enbart på klimateffekter och jämfört med befintlig situation (utan klimatfaktor) så ökar flödet med cirka 14 %.

Föroreningsberäkningarna indikerar att föroreningsbelastningen blir lägre för samtliga undersökta ämnen i samband med en nybyggnation enligt planerad situationsplan. Detta medför att ombyggnationen bidrar till att förbättra recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

Figur 6-1 visar rekommenderad placeringar av växtbäddar eller andra varianter av öppna dagvattenlösningar. Växtbäddarnas ytanspråk för den erforderliga utjämningsvolym redovisas i Tabell 6-1, enligt följande antagen på utformning av växtbäddarna (jmf. Figur 6-3). Avsnitt 6.1 och 6.2 beskriver principen av växtbäddar och gröna tak.



Figur 6-1. Möjlig placering av växtbäddar inom planområdet.

Ytanspråket för växtbäddar har generellt uppskattats (Tabell 6-1) enligt följande antagen på utformning av växtbäddarna (jmf. Figur 6-3)

1. En reglervolym om 0,1 m
2. En funktionell mäktighet (filtermaterial, materialavskiljande lager, samt dräneringslager) mellan 0,0 och 1,0 m med en genomsnittlig porositet om 0,3

Som ses i Tabell 6-1 så beror växtbäddarnas erforderliga area av dess funktionella mäktighet.

Tabell 6-2. Uppskattad erforderlig area för växtbäddar som en funktion av dess funktionella mäktighet (filtermaterial, materialavskiljande lager, samt dräneringslager) för att möta erforderlig utjämningsvolym om 11 m³ givet en reglervolym om 0,1 m och en porositet på den funktionella mäktigheten om 0,3.

Funktionell mäktighet (m)	Erforderlig area, växtbädd (m ²)
0.0	110
0.1	84.6
0.2	68.8
0.3	57.9
0.4	50
0.5	44
0.6	39.3
0.7	35.5
0.8	32.4
0.9	29.7
1.0	27.5

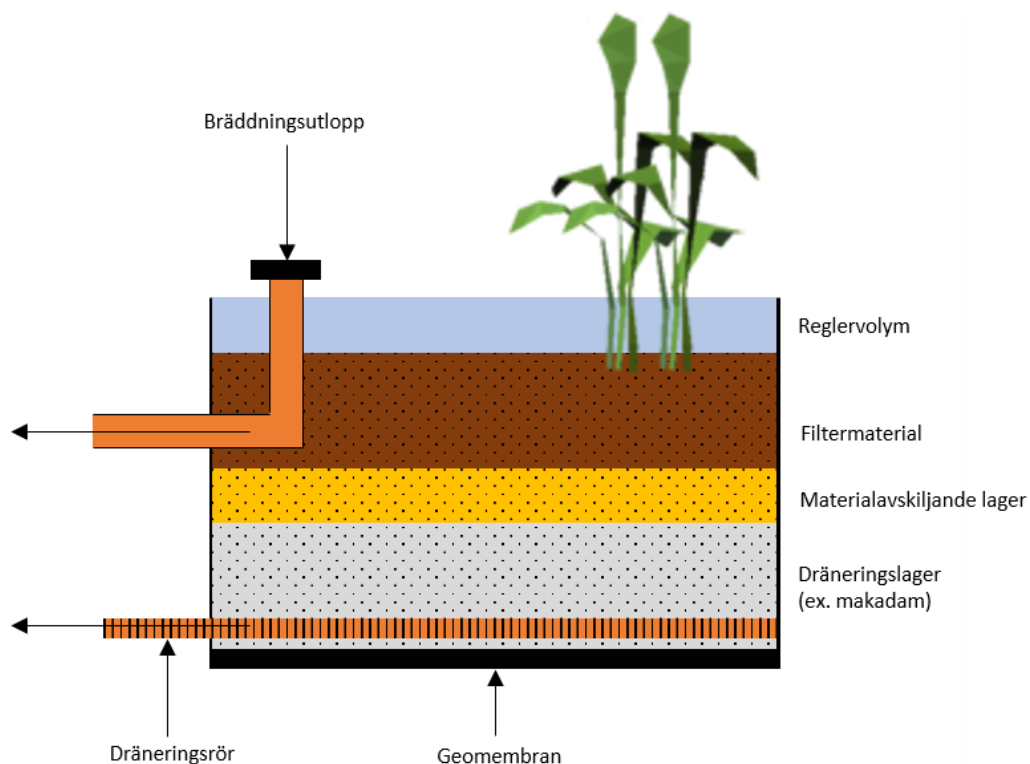
6.1 Växtbäddar

Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter (växtbäddar). Tillskottet av dagvatten till planteringarna minskar behovet av bevattning och möjliggör en frodigare växtlighet. Hårdgjorda ytor på en innergård kan höjdsättas så att dagvattnet avrinner ytligt till intilliggande planteringar. Stuprör kan förses med utkastare som ansluter till rännalar, anlagda med exempelvis gatsten eller så kallad stockholmsplatta, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via rännalar visas i Figur 6-1 och Figur 6-2. Ett annat sätt är att leda bort avrinningen från stuprören är att använda underjordiska ledningar som leder vattnet till växtbäddarna.

En växtbädd kan konstrueras på ett flertal sätt, dock så bör följande komponenter ingå (Payne m.fl., 2015; Figur 6-3):

1. Ett **inlopp** som leder dagvattnet till växtbädden.
2. Ett **bräddningsutlopp** som möjliggör bräddning av dagvattnet vid kraftiga regn för att förhindra att växtbädden skadas.
3. En **reglervolym** (fördröjningszon/en öppen vattenyta) vilken ökar reningseffekten hos växtbädden genom att tillåta en stagnering av dagvattnet innan infiltration.
4. **Vegetation** som bidrar till en ökad rening och evapotranspiration av dagvattnet. Vidare bidrar vegetationen till att stabilisera och bibehålla infiltrationskapaciteten hos filtermaterialet.
5. Ett **filtermaterial** som fungerar som underlag för vegetation, samt renar och fördröjer dagvattnet (sandbaserad växtjord).
6. Ett **materialavskiljande lager** som förhindrar att mindre partiklar från filtermaterialet övergår till det underliggande dräneringslagret (t.ex. grovsand).
7. Ett **dräneringslager** genom vilket växtbädden kan dränera till befintligt ledningsnät för dagvatten. Bidrar även till att öka växtbäddens utjämningsvolym (t.ex. makadam, singel, eller lecakulor).
8. Ett **geomembran** eller annan tät yta som förhindrar infiltration i underliggande mark (om infiltration av dagvatten i underliggande mark ej önskas).
9. Ett **förbehandlingssteg** för att förhindra höga flöden till växtbädden och filtrera bort grövre partiklar (t.ex. löv).

Förbehandlingssteget kan exempelvis utgöras av en stenkista till vilken dagvatten från stuprör leds i ett första steg för att förhindra erosionsskador på växtbädden vid kraftiga flöden, samt för att tillåta sedimentation/filtrering av grövre partiklar vilket förhindrar en tidig igensättning av växtbädden. Vidare så bör filtermaterialet som används i växtbäddarna väljas utefter de huvudsakliga föroreningarna som förväntas i dagvattnet från detaljplaneområdet/respektive delavrinningsområde, och med hänsyn till de prioriterade ämnena i recipienterna (Albysjön), då reningseffekten för olika föroreningar skiljer sig åt mellan olika filtermaterial (se biofilter i SVU, 2019). Exempelvis så rekommenderas grövre sand med 15% anläggningsjord för rening av fosfor, med möjligt tillägg av sågspån för förbättrad rening av kväve (SVU, 2019).



Figur 6-3. Principskiss över uppbyggnad av en växtbädd efter Payne m.fl. (2015). I exemplet så tillåts inte dagvatten infiltrera i underliggande mark och leds till befintligt dräneringssystem.



Figur 6-1. Avledning av takvatten till planteringar via rännor anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).



Figur 6-2. Exempel på avledning av takvatten via rännदार anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).

6.2 Gröna tak

Gröna tak innefattar inte enbart hustak (Figur 6-4), utan även innergårdar, terrasser, samt parkanläggningar som försetts med en överbyggnad bestående av en växtbädd av mossa, sedum, örter och gräs, och/eller buskar och träd (Grönatakshandboken, 2020). Förutom att bidra till en ökad biodiversitet och en fördröjning av dagvattenflöden, så fungerar även gröna tak som ett naturligt reningsverk för vatten (Andersson, 2015; Grönatakshandboken, 2020; SMHI, 2020b).



7. Sammanfattning och slutsats

Enligt detaljplan för "Granängstorget" (Granängstorget och intilliggande område vid korsningen Granängsringen/Granängsvägen; Tyresö kommun, Stockholms län) planeras en förtätning av nuvarande bebyggelse med cirka 487 nya bostäder, lokaler för centrumändamål, samt en ny livsmedelsbutik (Tyresö kommun, 2017).

Detaljplanen för Granängstorget är fördelad till fem kvarter (A-E). Bebyggelsen på planområdet "Granängstorget, Kvarter E" utgörs idag av parkering (garagebyggnad i två plan), blandat grönområde, gårdsyta, samt vägar till/från parkeringen. Enligt projekterad exploatering av planområdet så utgörs den planerade markanvändningen inom planområdet av gröna tak, gång- och cykelvägar, gårdsyta, parkeringsfickor längs Granängsringen (exempelvis uppställningsplats för sopbil), takyta, samt vägar som leder till/från den redan existerande garagebyggnaden.

Planområdet är beläget inom Albysjöns avrinningsområde, och Albysjön utgör den primära recipienten av dagvatten från planområdet, vilken enligt Tyresö kommuns klassificering bedöms som mycket känslig utifrån näringstillstånd, förändringar i vattenomsättning, samt känslighet för organiska ämnen, tungmetaller, och närsalter. Markytan inom planområdet utgörs uteslutande av berg i dagen varav infiltration av dagvatten inte är lämpligt, och dagvatten måste avledas till befintligt dagvattennät för vidare avledning mot recipient.

För att fördröja ett dimensionerande 20-årsregn med 10 minuters varaktighet så krävs en erforderlig utjämningsvolym på 11 m³ i samband med planerad exploatering. Denna utjämningsvolym fördröjer kompenserar för klimateffekter som är den enda anledningen till att flödet ökar jämfört med befintlig situation. Den beräknade dimensionerande utjämningsvolymen gäller för den planerade markanvändning enligt projekterad exploateringen inklusive de sedumbeklädda taken. Om inget grönt tak skulle anläggas så fördubblas i princip den erforderliga fördröjningsvolymen.

För att uppnå den erforderliga utjämningsvolymen för, och reningsbehovet av, dagvatten från planområdet så föreslås växtbäddar för fördröjning och rening av dagvatten innan avledning till recipient.

Beräkningar på dagvattenflöden för befintlig samt planerad markanvändning inom planområdet visar på att dagvattenflöden minskar enligt den projekterade exploateringen av planområdet. När flödessituationen för den planerade byggnationen jämförs med den nuvarande parkeringen, inklusive klimatfaktor som medför en förväntad ökning i nederbörds mängd (med 25%) på grund av framtida klimatförändringar, blir flödesbelastningen 9 % mindre med nybyggnationen jämfört med parkeringen. Ökningen av dagvattenflöde för framtida situation (med klimatfaktor 1,25) jämfört med befintliga situation (utan klimatfaktor) beror således endast på framtida klimatförändringar.

Vidare så visar simuleringar i StormTac att det sker en övergripande minskning i ämneshalter och ämnesbelastning från planområdet enligt planerad markanvändning gentemot befintlig markanvändning. Föreslagna dagvattenanläggningar minskar planområdets föroreningsbelastning gentemot recipienten ytterligare. Detta medför att ombyggnationen bidrar till att förbättra recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

8. Referenser

Andersson, J., 2015. Kvalitet på avrinningsvatten från extensiva gröna tak. Examensarbete 30 hp, Mark och miljö, avdelningen för biogeofysik och vattenvård, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU).

Blecken, G.T., 2010. Biofiltration Technologies for Stormwater Quality Treatment. Doktorsavhandling, Luleå tekniska universitet, Luleå, Sverige.

Grönatakhandboken, 2020, <https://gronatakhandboken.se/https://module/las-online/vagledning/main>. 2020-06-17.

Payne, E., Hatt, B., Deletic, A., Dobbie, M., McCarthy, D., Chandrasena, G., 2015. Adoption Guidelines for Stormwater Biofiltration Systems – Summary Report, Melbourne, Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities.

SGU, 2020a. Jordartskartan. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/jordarter-125-000-1100-000/>.

SGU, 2020b. Markytans genomsläpplighet. <https://www.sgu.se/produkter/kartor/kartvisaren/jordkartvisare/genomslapplighet/>. 2020-06-16.

SGU, 2020c. Grundvattnets sårbarhet. <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/grundvattendata/grundvattnets-sarbarhet/>. 2020-06-16.

SGU, 2020d. <https://www.sgu.se/grundvatten/brunnar-och-dricksvatten/brunnsarkivet/>. 2020-06-16.

SMHI, 2020a. <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354>. 2020-06-16.

SMHI, 2020b. <https://www.smhi.se/klimat/klimatanpassa-samhallet/exempel-pa-klimatanpassning/grona-tak-fordjupning-1.116956>. 2020-06-17.

SVU, 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten. Svenskt Vatten Utveckling, rapport nr 2019-20, Bromma, Sverige.

Tyresö kommun, A. Riktlinjer för dagvattenhantering i Tyresö kommun.

Tyresö kommun, 2017. Planbeskrivning tillhörande detaljplan för Granängstorget. Dnr 2015 KSM 0336.

VISS, 2020a. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA34553904>. 2020-06-16.

QGIS, 2020. <https://qgis.org>. 2020-06-16.